

Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΗΜΕΡΑ της Βασιλικής Νεοφωτίστου καθηγήτριας μηχανολόγου του 1^{ου} ΕΠΑΛ Ευόσμου

Το Φεβρουάριο του 2016 μία ομάδα καθηγητών του 1^{ου} ΕΠΑΛ Ευόσμου επιμορφωθήκαμε στο αντικείμενο των ηλιοθερμικών και φωτοβολταϊκών συστημάτων στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος Erasmus+ στη Λισαβόνα της Πορτογαλίας. Η επιμόρφωση περιελάμβανε τις τελευταίες εξελίξεις στα υλικά, εξαρτήματα και τεχνολογίες των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Με βάση τις γνώσεις αυτές, σας παρουσιάζω στο κείμενο που ακολουθεί την κατάσταση της τεχνολογίας στα φωτοβολταϊκά συστήματα σήμερα.

Γενικά

Τα φωτοβολταϊκά είναι συστήματα με τεχνολογία που να μπορεί να συλλέγει μέρος της ενέργειας του ήλιου και να την μετατρέπει άμεσα από ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια προς αποθήκευση και κατανάλωση. Το φαινόμενο της μετατροπής αυτής το ονομάζουμε φωτοβολταϊκό φαινόμενο που στηρίζεται στις βασικές ιδιότητες των ημιαγωγών υλικών σε ατομικό επίπεδο.



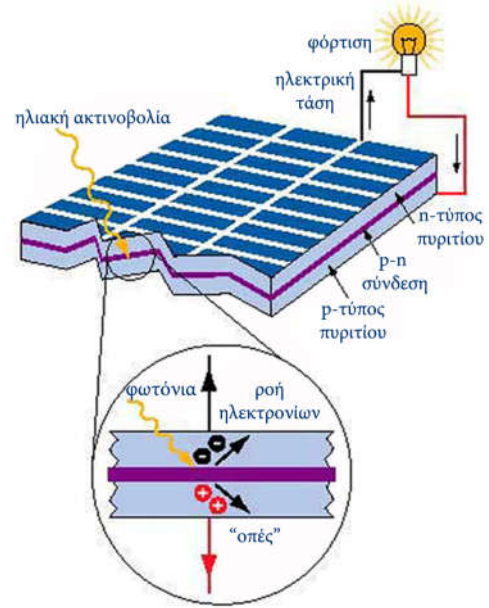
Τα πρώτα φωτοβολταϊκά στοιχεία αναπτύχθηκαν στη δεκαετία του 1950 με σκοπό την τροφοδότηση των δορυφόρων με την απαραίτητη ηλεκτρική ενέργεια. Αργότερα με τη μείωση του κόστους τους χρησιμοποιήθηκαν σε υπολογιστικές μηχανές, ρολόγια, ηλεκτροδότηση απομονωμένων εγκαταστάσεων, όπως φάροι, σταθμοί τηλεπικοινωνίας, οδικό φωτισμό κτλ.

Η συνεχόμενη τεχνολογική τους εξέλιξη, που επέφερε την αύξηση της απόδοσής τους, η μείωση των ορυκτών καυσίμων και η ανάγκη για προστασία του περιβάλλοντος αύξησε σημαντικά τη χρήση τους τα τελευταία χρόνια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη δημιουργία μεγάλων φωτοβολταϊκών πάρκων παγκοσμίως.

Η ηλιακή ενέργεια που απορροφάται από τη γη και την ατμόσφαιρά της σε ένα χρόνο είναι 10-15 φορές περισσότερη από την ενέργεια που μπορούν να δώσουν τα ορυκτά καύσιμα. Δυστυχώς η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική κυμαίνεται στο 5-15% και αυτό οφείλεται στις υπάρχουσες τεχνολογικές αδυναμίες.

Η λειτουργία των φωτοβολταϊκών

Η ηλιακή ακτινοβολία έρχεται με τη μορφή πακέτων ενέργειας ή φωτονίων. Τα φωτόνια περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Το γαλάζιο χρώμα ή το υπεριώδες π.χ. έχουν περισσότερη ενέργεια από το κόκκινο ή το υπέρυθρο. Όταν, λοιπόν, τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο (που είναι ουσιαστικά ένας “ημιαγωγός”), άλλα ανακλώνται, άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από το φωτοβολταϊκό. Αυτά τα τελευταία φωτόνια είναι που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Τα φωτόνια αυτά αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού να μετακινηθούν σε άλλη θέση και ως γνωστόν ο ηλεκτρισμός δεν είναι τίποτε άλλο παρά κίνηση ηλεκτρονίων. Σ’ αυτή την απλή αρχή της Φυσικής βασίζεται μια από τις πιο εξελιγμένες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού στις μέρες μας.

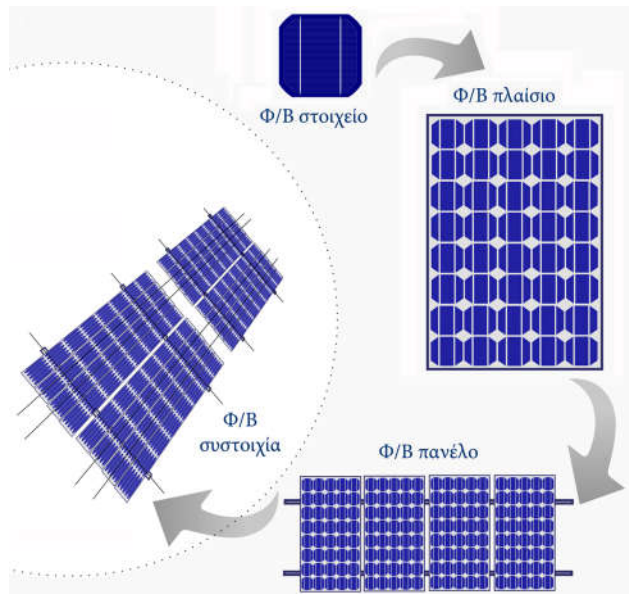


Δομή και μέρη φωτοβολταϊκών συστημάτων

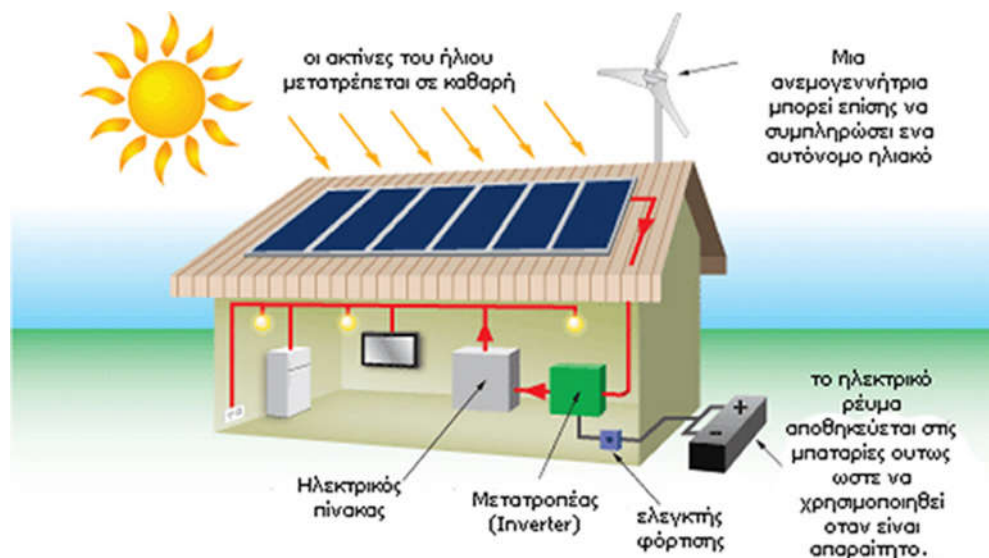
- **Φωτοβολταϊκό στοιχείο (PV cell):** Η ηλεκτρονική διάταξη που παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν δέχεται ακτινοβολία. Λέγεται ακόμα φωτοβολταϊκό κύτταρο ή φωτοβολταϊκή κυψέλη.



- **Φωτοβολταϊκό πλαίσιο (PV module):** Ένα σύνολο φωτοβολταϊκών στοιχείων που είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα. Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα της φωτοβολταϊκής γεννήτριας.
- **Φωτοβολταϊκό πάνελ (PV panel):** Ένα ή περισσότερα φωτοβολταϊκά πλαίσια, που έχουν προκατασκευαστεί και συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή, έτοιμη για να εγκατασταθεί σε φωτοβολταϊκή εγκατάσταση.
- **Φωτοβολταϊκή συστοιχία (PV array):** Μια ομάδα από φωτοβολταϊκά πλαίσια ή πάνελα με ηλεκτρική αλληλοσύνδεση, τοποθετημένα συνήθως σε κοινή κατασκευή στήριξης.
- **Φωτοβολταϊκή γεννήτρια (PV generator):** Το τμήμα μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης που περιέχει φωτοβολταϊκά στοιχεία και παράγει συνεχές ρεύμα.



- *Κατασκευή στήριξης* (σταθερή ή κινούμενη): Οι κινούμενες βάσεις ή αλλιώς trackers, είναι περιστρεφόμενες βάσεις πάνω στις οποίες τοποθετούνται τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Διαθέτουν ένα σύστημα με το οποίο μπορούν να τα στρέφουν έτσι ώστε οι ακτίνες του ήλιου να προσπίπτουν πάντα κάθετα πάνω στην επιφάνειά τους και ως εκ τούτου να επιτυγχάνεται η μέγιστη απόδοσή τους (μπορούν να αυξήσουν την απόδοση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος κατά 30%). Υπάρχουν δύο είδη, που παρακολουθούν τον ήλιο από την ανατολή μέχρι τη δύση: οι μονοαξονικοί (περιστρέφονται γύρω από τον κάθετο άξονα, κρατώντας σταθερή κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο) και οι διαξονικοί (περιστρέφονται γύρω και από τους δύο άξονες, κάθετο-οριζόντιο). Απαραίτητη προϋπόθεση για την οικιακή χρήση είναι το κτίριο να διαθέτει μεγάλη επιφάνεια ταράτσας και ενδείκνυται η εφαρμογή trackers μονού άξονα και όχι δύο αξόνων γιατί θα έχει πρόβλημα με το μέγιστο επιτρεπόμενο πολεοδομικό ύψος.
- *Αντιστροφέας ή μετατροπέας (inverter)*: Ο inverter είναι μία ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα που παράγουν τα φωτοβολταϊκά σε εναλλασσόμενο αντίστοιχο με αυτό του δικτύου. Οι αντιστροφείς μπορεί να είναι μικροί (string inverters) ή κεντρικοί, ανάλογα με τις απαιτήσεις του συστήματος. Λειτουργεί αυτόνομα και η απόδοσή του εξαρτάται από το φορτίο, δίνοντας μία μέγιστη απόδοση της τάξης του 95,6%.



- *Ρυθμιστής φόρτισης (charge controller)*: Συσκευή που χρησιμοποιείται σε αυτόνομα συστήματα για να ρυθμίζει τη φόρτιση των συσσωρευτών.
- *Μετρητής (διπλός)*: για την καταμέτρηση της εισερχόμενης και εξερχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.
- *Συσσωρευτές (μπαταρίες)*: Αποθηκεύουν την ηλεκτρική ενέργεια στα αυτόνομα συστήματα.
- *Δίοδος*: Η δίοδος τοποθετείται στη σειριακή σύνδεση των τριών παράλληλα συνδεδεμένων πλαισίων, με σκοπό την αποφυγή φαινομένων αναστροφής ρεύματος.
- *Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου*: Τα connection boxes συνδέονται με οπτική ίνα με το κεντρικό σύστημα Energrid (επιτρέπει τη μέτρηση όλων των ενεργειακών ροών από την ηλιακή φωτοβολταϊκή γεννήτρια), το οποίο φιλοξενείται στο κέντρο ελέγχου. Τα δεδομένα τα οποία μεταφέρονται είναι ισχύος, έντασης, τάσης και συχνότητας.

- *Καλώδια-συνδέσεις:* Τα καλώδια τα οποία οδεύουν μέσα στο Φ/Π είναι κατά κύριο λόγο καλώδια χαμηλής τάσης, κατάλληλα για υπόγεια όδευση. Οι διατομές τους διαφέρουν ανάλογα με την ένταση του ρεύματος από την οποία διαρρέονται.



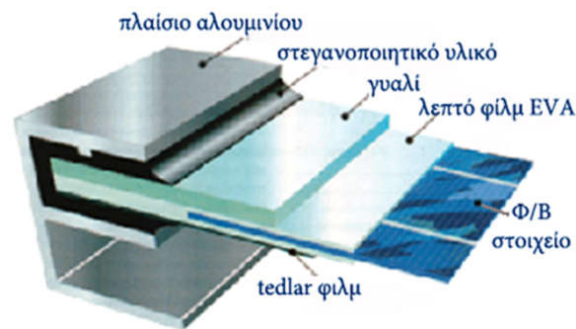
Φωτοβολταϊκό πλαίσιο

Συναρμολόγηση ηλιακών στοιχείων σε φωτοβολταϊκό πλαίσιο

Πάνω από τα ηλιακά στοιχεία, που είναι ενωμένα σε στοιχειοσειρά τοποθετείται ένα ειδικό γυαλί με αντανακλαστική στρώση και μεγάλη αντοχή στο οποίο είναι προ-τοποθετημένη μια ειδικά επεξεργασμένη μεμβράνη προστασίας (λεπτό φιλμ - EVA), πάχους 0,25-0,5 mm.

Κάτω από τα ηλιακά στοιχεία μπαίνει ή μια στρώση tedlar ή κάποιο άλλο υλικό (γυαλί ή μέταλλο).

Τα παραπάνω στρώματα δημιουργούν ένα ανθεκτικό ελασματοποιημένο φύλλο, πολύ ανθεκτικό στις καιρικές συνθήκες, το οποίο τοποθετείται σε ένα σταθεροποιητικό πλαίσιο αλουμινίου. Στο πίσω μέρος μπαίνει ένα κουτί για συνδέσεις (junction box) από πολυεστέρα για τη σύνδεση των καλωδίων, το οποίο προσκολλάται με κόλλα σιλικόνης.

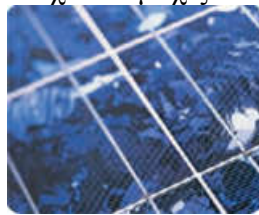


Κατηγορίες φωτοβολταϊκών πλαισίων

Μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια: Κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί από ένα μόνο μεγάλο κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Η κατασκευή τους είναι πιο πολύπλοκη, με αποτέλεσμα το υψηλότερο κόστος παραγωγή.



Πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια: Κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί σε λεπτά τμήματα, από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλοποιημένου πυριτίου (το λιωμένο πυρίτιο χύνεται σε καλούπι και στη συνέχεια τεμαχίζεται σε κυψέλες).



Πλαίσιο λεπτού υμενίου (thin film): Πρόκειται για μια ευρύτερη κατηγορία, που περιλαμβάνει τα λεγόμενα πλαίσια «τρίτης γενιάς» που προέρχονται από πολλές διαφορετικές μεθόδους παραγωγής και επεξεργασίας (π.χ. άμορφου πυριτίου (a-Si), δισεληνοϊνδιούχου χαλκού (CuInSe₂ ή CIS), τελουριούχου καδμίου (CdTe), αρσενικούχου γαλλίου (GaAs) κτλ.). Τα πλαίσια άμορφου πυριτίου που είναι και τα πλέον διαδεδομένα αυτής της κατηγορίας, αποτελούνται από ταινίες λεπτών επιστρώσεων οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση ημιαγωγού υλικού (πυρίτιο στην περίπτωση μας) πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης, χαμηλού κόστους όπως από γυαλί ή αλουμίνιο. Ο χαρακτηρισμός άμορφο φωτοβολταϊκό προέρχεται από τον τυχαίο τρόπο με τον οποίο είναι διατεταγμένα τα άτομα του πυριτίου.



Υβριδικά πλαίσια: Είναι τα πλαίσια που συνδυάζουν περισσότερες από μία από τις γνωστές τεχνολογίες (π.χ. συνδυασμός άμορφου και μονοκρυσταλλικού πυριτίου). Στην αγορά, τα πιο διαδεδομένα πλαίσια αυτής της κατηγορίας είναι κατασκευασμένα από δύο στρώσεις άμορφου πυριτίου γύρω από μια στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου.

Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς και διάφορα εργαστήρια στον κόσμο παρουσιάζουν νέες πατέντες. Κάποιες από τις τεχνολογίες στα φωτοβολταϊκά στοιχεία που φαίνεται να ξεχωρίζουν και μελλοντικά πιθανώς να γίνει ευρεία η χρήση τους είναι:

Νανοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου (nc-Si)



Οργανικά/Πολυμερή στοιχεία.

Είδος ΦΒ	Απόδοση	Απαιτούμενη επιφάνεια ανά KWp	Χρόνος ζωής	Ετήσια παραγωγή kWh
Μονοκρυσταλλικά	14-17%	7-8 m ²	>25 χρόνια	1500-1700 kWh
Πολυκρυσταλλικά	11-15%	8-10 m ²	>25 χρόνια	1500-1600 kWh
Άμορφα	6-8%	10-20 m ²	8-20 χρόνια	1500 kWh
Υβριδικά	16-18%	6-7 m ²	>25 χρόνια	1500-1700 kWh

Στο ερώτημα «Ποιος είναι ο καλύτερος τύπος φωτοβολταϊκών πλαισίων;» είναι σαφές ότι κανείς δεν μπορεί να δώσει μια εύκολη ή μονολεκτική απάντηση, γιατί υπάρχουν αρκετοί και διαφορετικοί παράγοντες που επηρεάζουν την κάθε φωτοβολταϊκή εγκατάσταση (π.χ. η απαιτούμενη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας, ύψος ηλιοφάνειας, χωροταξικές ιδιαιτερότητες, μετεωρολογικές συνθήκες, κόστος, προσανατολισμός, σκιάσεις κτλ.).

Απόδοση φωτοβολταϊκών

Ο βαθμός απόδοσής τους κυμαίνεται στα 6-19% ανάλογα με τον τύπο τους Αυτό σημαίνει πως 1000 watt ηλιακής ενέργειας μετατρέπονται σε 50-150 watt ηλεκτρικής ανά ώρα σε κάθε τ.μ. με φωτοβολταϊκά στοιχεία. Ο ήλιος μας παρέχει >1000 Watt ανά ώρα στο τετραγωνικό μέτρο. Η ηλιακή ενέργεια που φθάνει σε όλη τη γη σε μια ώρα καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες του πλανήτη για όλο το έτος!

Πλεονεκτήματα

1. Αποτελούν αξιόπιστη τεχνολογία παραγωγής ηλεκτρισμού και έχουν σχετικά μεγάλη διάρκεια ζωής (μεγαλύτερη από 25 χρόνια).
2. Προσφέρουν υψηλή και εγγυημένη απόδοση.
3. Η λειτουργία τους είναι αθόρυβη.
4. Απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.
5. Εύκολη εγκατάσταση.
6. Δυνατότητα επέκτασης.
7. Κυκλοφορούν χιλιάδες διαφορετικά συστήματα με μεγάλη ποικιλία μεγεθών και ισχύος.
8. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά υλικά. Π.χ. υαλοστάσια σε προσόψεις εμπορικών κτιρίων, όπου συμβάλλουν στη μείωση του συνολικού κόστους της κατασκευής και επιτυγχάνουν εκτός από την ηλεκτροπαραγωγή και εξοικονόμηση ενέργειας 15-30%.

9. Η παραγωγή και κατανάλωση του ηλιακού ηλεκτρισμού γίνεται τοπικά, οπότε αποφεύγονται οι σημαντικές απώλειες της μεταφοράς και διανομής του ηλεκτρισμού (εξοικονόμηση ενέργειας 10%).
10. Έχουν μηδενική ρύπανση. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος 10 kwp αποτρέπει την έκλυση 13,73 τόνων διοξειδίου του άνθρακα σε ετήσια βάση. Δηλαδή, όσα μπορεί να απορροφήσει ένα δάσος επιφάνειας 3.200 τ.μ.
11. Τα εξαρτήματά τους μπορούν να ανακυκλωθούν ή να ξαναχρησιμοποιηθούν μετά το τέλος της ωφέλιμης ζωής τους.
12. Μειώνουν το λογαριασμό του ηλεκτρισμού.

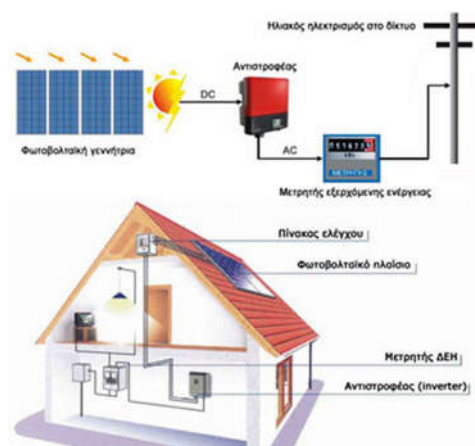
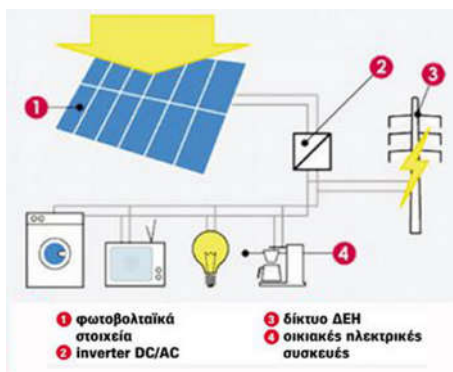
Μειονεκτήματα

1. Το κόστος τους, το οποίο, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό.
2. Απαιτούν σχετικά μεγάλες επιφάνειες εγκατάστασης.
3. Έχουν ακόμη σχετικά μικρό βαθμό απόδοσης.
4. Υπερθερμαίνονται. Αυτή η θέρμανση είναι που προκαλεί τα διάφορα ειδών προβλήματα, τα περισσότερα εκ των οποίων έχουν ως αποτέλεσμα μια δραματική μείωση στην απόδοση.

Τρόποι σύνδεσης φωτοβολταϊκών

Υπάρχουν δύο τρόποι που μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα φωτοβολταϊκά, σε συνεργασία με το δίκτυο της ΔΕΗ ή ανεξάρτητα από αυτό. Τα συστήματα αυτά είναι:

1. **Αυτόνομα συστήματα:** είναι εκείνα στα οποία η παραγόμενη ενέργεια αποθηκεύεται σε συσσωρευτές (μπαταρίες) και δεν είναι συνδεδεμένα με τη ΔΕΗ. Το συνολικό κόστος του συστήματος είναι αυξημένο λόγω του επιπλέον κόστους των μπαταριών, οι οποίες έχουν επιπλέον ένα κόστος συντήρησης και αναγκαστική αντικατάσταση μετά από 8-10 χρόνια λειτουργίας. Εφαρμογή βρίσκουν σε απομακρυσμένες περιοχές, σε εξοχικά, σε γεωργικές αποθήκες, για άντληση νερού, καντίνες, κότερα κτλ.
2. **Διασυνδεδεμένα συστήματα:** είναι εκείνα που είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο της ΔΕΗ. Έτσι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια διοχετεύεται στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.
3. Σε ορισμένες περιπτώσεις τα φωτοβολταϊκά χρησιμοποιούνται για παροχή ηλεκτρικής ενέργειας εφεδρείας (δηλαδή ως συστήματα αδιάλειπτης παροχής - UPS). Στην περίπτωση αυτή το σύστημα είναι μεν διασυνδεδεμένο με τη ΔΕΗ, αλλά διαθέτει και μπαταρίες (σύν τα απαραίτητα ηλεκτρονικά) για να αναλάβει την κάλυψη των αναγκών σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος και για όσο διαρκεί αυτή.



Διασυνδεδεμένο σε κατοικία.

Απαιτούμενη επιφάνεια για εγκατάσταση ΦΒ συστήματος – απόδοση λόγω σκιάσεων

Απαιτούμενη επιφάνεια για κάθε εγκατεστημένο kW:

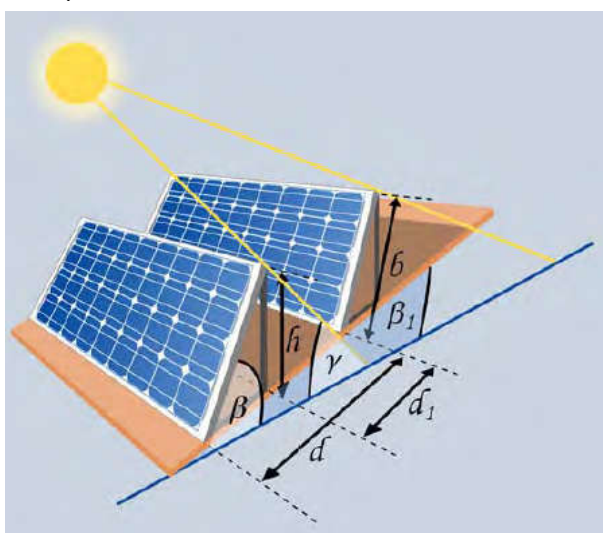
Εγκατάσταση σε κεκλιμένη οροφή

- Ενδεικτικά χρειάζονται γύρω στα 8-10 τ.μ. για κάθε εγκατεστημένο kWp.

Εγκατάσταση σε επίπεδη οροφή

- Ενδεικτικά απαιτούνται γύρω και 16-20 τ.μ. ανά kW, όταν τα πλαίσια τοποθετηθούν σε επίπεδη οροφή ή σε οικόπεδο. Αυτό οφείλεται στο ότι όταν τα πλαίσια τοποθετηθούν σε οριζόντιες σειρές σε επίπεδη επιφάνεια, πρέπει να υπάρχει αρκετός κενός χώρος μεταξύ τους ώστε η μια σειρά να μην σκιάζεται από αυτή που βρίσκεται μπροστά της και για να μπορεί να γίνεται έλεγχος των καλωδίων και καθαρισμός των πλαισίων.

Ένας χοντρικός κανόνας για να βεβαιωθεί κάποιος ότι το σύστημα δεν θα αποδίδει λιγότερο λόγω σκιάσεων, είναι ο εξής: η απόσταση από το τυχόν εμπόδιο (κτίριο, δένδρο, κτλ.) πρέπει να είναι διπλάσια του ύψους του εμποδίου.



$d_1 > 2h_1$: ελάχιστη απόσταση μεταξύ συστοιχιών για αποφυγή σκιάσεων.

Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση ενός ΦΒ πλαισίου

1. Η γήρανση

Η απόδοση ενός ΦΒ στοιχείου μειώνεται σταδιακά με το πέρασμα του χρόνου, λόγω της αλλοίωσης των υλικών κατασκευής του. Παρόλα αυτά οι περισσότεροι κατασκευαστές προσφέρουν εγγυήσεις που καθορίζουν το μέγιστο ποσοστό μείωσης της απόδοσης των ΦΒ πλαισίων τους, μετά από 20 ή 25 χρόνια λειτουργίας. Πιο συχνή εγγύηση είναι ότι η απόδοση ενός ΦΒ πλαισίου θα είναι ίση τουλάχιστον με το 85% της αρχικής απόδοσης του μετά από 25 χρόνια λειτουργίας

2. Σκίαση των πλαισίων

Η σκίαση επηρεάζει σημαντικά την απόδοση των ΦΒ πλαισίων, ακόμα και μια μικρή σκίαση μπορεί να μειώσει την απόδοση του συστήματος έως και 80%. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή του χώρου εγκατάστασης τους και στον τρόπο τοποθέτησής τους, έτσι ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε σκίαση, κυρίως κατά τις ώρες 9:00 π.μ. με 3:00 μ.μ. Ανεπιθύμητη σκίαση μπορούμε να έχουμε από γειτονικά κτίρια, δέντρα, περιτοιχίσματα, αντένες κτλ. αλλά και από την μπροστινή σειρά ΦΒ πλαισίων όταν τα πλαίσια τοποθετηθούν σε οριζόντιο επίπεδο σε παράλληλες σειρές.

3. Αύξηση της θερμοκρασίας

Η αύξηση της θερμοκρασίας των ΦΒ πλαισίων αποτελεί το βασικότερο παράγοντα μείωσης της απόδοσης του συστήματος. Στις τεχνικές προδιαγραφές των ΦΒ πλαισίων, η απόδοσή τους δίνεται σε θερμοκρασία 25 °C (standard test conditions). Η μείωση αυτή καθορίζεται από τον συντελεστή θερμοκρασίας των ΦΒ πλαισίων που αναφέρεται στις τεχνικές προδιαγραφές του κάθε κατασκευαστή, σύμφωνα με τον οποίο στα περισσότερα πλαίσια η απόδοσή τους μειώνεται γύρω στα 0,4-0,45%, από την κανονική τιμή, για κάθε 1°C αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από τους 25°C.

4. Ρύπανση της επιφάνειας των πλαισίων

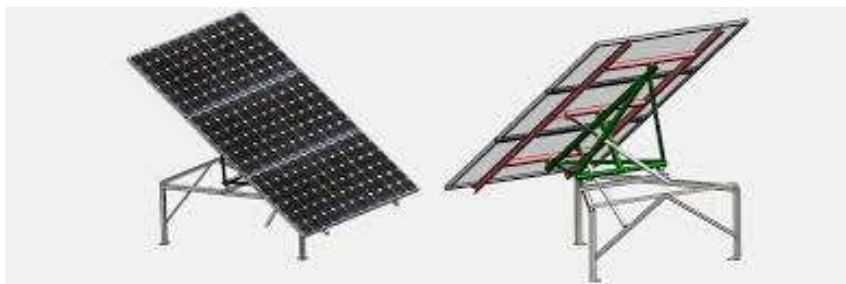
Η ύπαρξη σκόνης, φύλλων, απορριμμάτων πουλιών και άλλων ακαθαρσιών στην επιφάνεια ενός ΦΒ πλαισίου προκαλεί ορισμένη μείωση στην απόδοση του γι' αυτό χρειάζεται ένας περιοδικός καθαρισμός της επιφάνειας των πλαισίων.

Προσανατολισμός και κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων

Η σωστή τοποθέτηση και προσανατολισμός των ΦΒ πλαισίων επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την παραγωγή τους.

Στο βόρειο ημισφαίριο τα ΦΒ πλαίσια τοποθετούνται προς το νότο (απόκλιση 0°).

Η κλίση των ΦΒ πλαισίων πρέπει να είναι τέτοια έτσι ώστε η επιφάνεια των πλαισίων να είναι κάθετη προς την κατεύθυνση της ηλιακής ακτινοβολίας, για να δέχεται την μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία. Λόγω της συνεχής μετακίνησης του ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας αυτό μπορεί να εξασφαλιστεί με τη χρήση μηχανισμών αυτόματης περιστροφής των πλαισίων (solar tracker).



Λόγω της μεταβολής της θέσης του ήλιου κατά τη διάρκεια του έτους η γωνία κλίσης για την οποία τα πλαίσια έχουν μέγιστη απόδοση διαφέρει από εποχή σε εποχή. Με τη χρήση ειδικών βάσεων στήριξης των πλαισίων η κλίση τους μπορεί να μεταβάλλεται ανά εποχή έτσι ώστε να αυξάνεται η συνολική ετήσια παραγωγή τους με μικρή αύξηση του αρχικού κόστους του συστήματος.

Η ιδανική γωνία κλίσης των ακίνητων ΦΒ πλαισίων εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου εγκατάστασης και την επιθυμητή περίοδο λειτουργίας του συστήματος.

Στην Ελλάδα ένα φωτοβολταϊκό σύστημα με ακίνητα πλαίσια για να μπορεί να έχει τη μέγιστη δυνατή απόδοση θα πρέπει να τοποθετηθούν τα πλαίσια με νότιο προσανατολισμό (0° απόκλιση από το νότο) και με κλίση 30° σε χώρο που δεν σκιάζεται καθ όλη τη διάρκεια της ημέρας.

Στις περιπτώσεις όπου τα πλαίσια τοποθετούνται σε κεκλιμένη επιφάνεια (π.χ. οροφή κτιρίου με κεραμίδια) τα πλαίσια υποχρεωτικά ακολουθούν την κλίση της επιφάνειας.

Όταν η θέση και η κλίση μιας οροφής δεν επιτρέπουν την τοποθέτηση των πλαισίων προς τον νότο και με την ιδανική κλίση τότε τα ΦΒ πλαίσια μπορούν να τοποθετηθούν με κλίση 15°-45° και με απόκλιση από το νότο -35° έως + 35° για να έχουν ικανοποιητική απόδοση